

Лекция 4. Введение в набор библиотек Qt

Разработка многоплатформенного ПО

21 сентября 2016 г.

Факторы выбора

Удобства

- Значительное упрощение процесса разработки;
- Большое количество встроенных и сторонних компонент;
- Многоплатформенность.

Неудобства

- Установка и настройка библиотеки;
- Распространение программ вместе с файлами библиотеки;
- Меньшая скорость работы программ;
- Настройка проектов для использования дополнительных инструментов;
- Коммерческая лицензия для коммерческого использования.

Пример создания основного окна (Windows API)

Пример

```
LRESULT CALLBACK WindowProcedure(HWND, UINT, WPARAM, LPARAM);
```

```
int APIENTRY WinMain(  
    HINSTANCE hThisInstance, HINSTANCE hPrevInstance,  
    LPSTR lpszArgument, int nCmdShow)  
{  
    WNDCLASSEX wnd_class; // класс окна  
    wnd_class.lpszClassName = g_ctszClassName; // имя класса  
    wnd_class.lpfnWndProc = WindowProcedure; // callback-функция  
    // ...  
    if (!RegisterClassEx(&wnd_class)) // регистрация класса  
        return -1;  
    // ...
```

Пример создания основного окна (продолжение)

Пример (продолжение)

```
HWND hWnd = CreateWindowEx(  
    0,  
    g_ctszClassName,      // имя класса окна  
    g_ctszAppTitle,  
    WS_OVERLAPPEDWINDOW,  
    CW_USEDEFAULT,  
    CW_USEDEFAULT,  
    CW_USEDEFAULT,  
    CW_USEDEFAULT,  
    HWND_DESKTOP,  
    NULL,  
    hThisInstance,  
    NULL);
```

Пример создания основного окна (продолжение)

Пример (продолжение)

```
// Показ окна  
ShowWindow(hWnd, nCmdShow);  
// Цикл обработки сообщений (до GetMessage() == 0)  
MSG messages;  
while (GetMessage(&messages, NULL, 0, 0))  
{  
    // Отправка сообщения в WindowProcedure()  
    DispatchMessage(&messages);  
}  
// Вернуть системе значение, переданное PostQuitMessage()  
return messages.wParam;  
} // WinMain()
```

Пример создания основного окна (продолжение)

Пример (продолжение)

```
LRESULT CALLBACK WindowProcedure(  
    HWND hWnd, UINT uMessage, WPARAM wParam, LPARAM lParam)  
{  
    switch (uMessage)  
    {  
        case WM_MOUSEMOVE:  
            {  
                if (wParam & MK_LBUTTON && wParam & MK_SHIFT)  
                {  
                    int nX = GET_X_LPARAM(lParam);  
                    int nY = GET_Y_LPARAM(lParam);  
                    // ...  
                }  
            }  
    }  
}
```

Пример создания основного окна (окончание)

Пример (окончание)

```
    break;
}    // case WM_MOUSEMOVE
// case ...:
case WM_DESTROY:
    PostQuitMessage(0);    // отправить WM_QUIT в очередь
    break;
default:    // все остальные сообщения обрабатываются системой
    return DefWindowProc(hWnd, uMessage, wParam, lParam);
}    // switch (uMessage)
//
return 0;
}    // WindowProcedure()
```

Структура проекта



Рис. 1: структура каталога простого проекта

Пример

Пример (CMakeLists.txt)

```
cmake_minimum_required(VERSION 2.8.11)

project(example-01)

find_package(Qt5Widgets)

add_executable(example-01 example-01.cpp)

target_link_libraries(example-01 Qt5::Widgets)
```

Пример использования основного окна

Пример (example-01.cpp)

```
#include <QApplication>
#include <QLabel>

int main(int nArgC, char *apszArgV[])
{
    QApplication app(nArgC, apszArgV);
    QLabel *pLabel = new QLabel("Hello Qt!");
    pLabel->show();
    //
    return app.exec();
}
```

Построение проекта

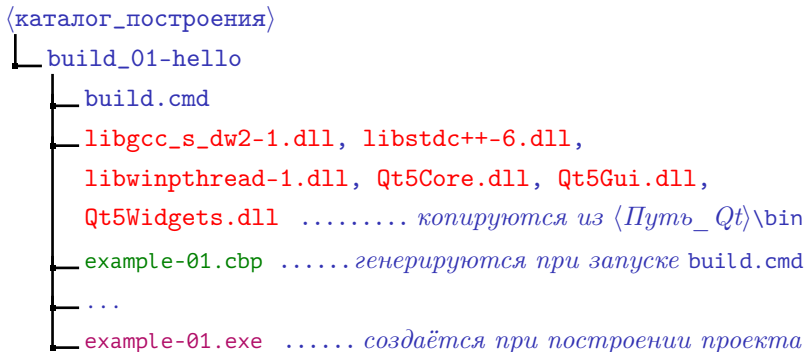


Рис. 2: структура каталога построения проекта

Пример (продолжение)

Пример (build.cmd)

```
set PATH=C:\Qt\Qt5.7.0\Tools\mingw530_32\bin;%PATH%
```

```
cmake^
```

```
-G "CodeBlocks - MinGW Makefiles"^
```

```
-D CMAKE_PREFIX_PATH="C:\Qt\Qt5.7.0\5.7\mingw53_32"^
```

```
<путь_к_проектам>\example-01
```

Пример (продолжение)

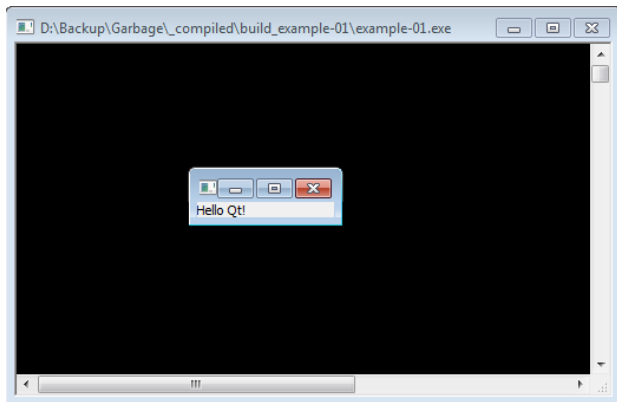


Рис. 3: окно приложения Qt

Пример (окончание)

Пример (CMakeLists.txt)

```
cmake_minimum_required(VERSION 2.8.11)

# ...

add_executable(example-01 WIN32 example-01.cpp)

target_link_libraries(example-01 Qt5::Widgets)
```

Часть иерархии классов Qt

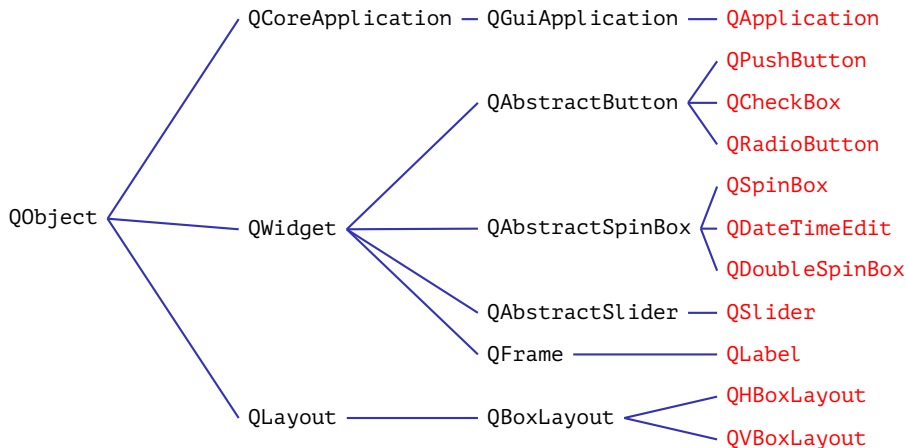


Рис. 4: иерархия классов Qt

Соединение объектов

Функции обратного вызова (старый подход)

- Небезопасность типов;
- Связь «1:1» между обрабатывающей функцией и функцией обратного вызова.

Определения

Сигнал: испускается (*emitted*) при возникновении некоторого заданного события;

Слот: функция, вызываемая в ответ на заданный сигнал.

Пример

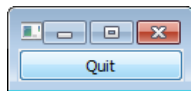


Рис. 5: окно приложения с кнопкой в роли главного окна

Пример использования кнопки

Пример (example-02.cpp)

```
#include <QApplication>
#include <QPushButton>

int main(int nArgC, char *apszArgV[])
{
    QApplication app(nArgC, apszArgV);
    QPushButton *pButton = new QPushButton("&Quit");
    QObject::connect(pButton, SIGNAL(clicked()), &app, SLOT(quit()));
    pButton->show();
    //
    return app.exec();
}
```

Сигналы `QAbstractButton` и слоты `QCoreApplication`

Сигналы `QAbstractButton`

- `void clicked(bool checked = false)`
- `void pressed()`
- `void released()`
- `void toggled(bool checked)`

Слоты `QCoreApplication`

- `void quit()`

Слоты QWidget

Слоты QWidget

- **bool** close()
- **void** hide()
- **void** lower()
- **void** raise()
- **void** repaint()
- **void** setEnabled(**bool**)
- **void** setFocus()

Слоты QWidget (окончание)

- **void** setTitle(**const** QString &)
- **void** show()
- **void** showFullScreen()
- **void** showMaximized()
- **void** showMinimized()
- **void** showNormal()

Пример

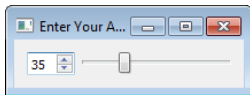


Рис. 6: окно приложения с двумя элементами управления

Сигналы QSpinBox и слоты QAbstractSlider

Сигналы QSpinBox

- **void** valueChanged(**int** i)
- **void** valueChanged(**const** QString &text)

Слоты QAbstractSlider

- **void** setOrientation(Qt::Orientation)
- **void** setValue(**int**)

Сигналы QAbstractSlider и слоты QSpinBox

Сигналы QAbstractSlider

- **void** actionTriggered(**int** action)
- **void** rangeChanged(**int** min, **int** max)
- **void** sliderMoved(**int** value)
- **void** sliderPressed()
- **void** sliderReleased()
- **void** valueChanged(**int** value)

Слоты QSpinBox

- **void** setValue(**int** val)

Пример использования раскладки

Пример (example-03.cpp)

```
#include <QApplication>
#include <QHBoxLayout>
#include <QSlider>
#include <QSpinBox>

int main(int nArgC, char *apszArgV[])
{
    QApplication app(nArgC, apszArgV);
    QWidget *pWindow = new QWidget;
    pWindow->setWindowTitle("Enter Your Age");
    QSpinBox *pSpinBox = new QSpinBox;
    QSlider *pSlider = new QSlider(Qt::Horizontal);
```


Пример использования раскладки (продолжение)

Пример (example-03.cpp, продолжение)

```
pSpinBox->setRange(0, 130);  
pSlider->setRange(0, 130);  
QObject::connect(  
    pSpinBox, SIGNAL(valueChanged(int)), pSlider, SLOT(setValue(int)));  
QObject::connect(  
    pSlider, SIGNAL(valueChanged(int)), pSpinBox, SLOT(setValue(int)));  
pSpinBox->setValue(35);  
//  
QHBoxLayout *pLayout = new QHBoxLayout;  
pLayout->addWidget(pSpinBox);  
pLayout->addWidget(pSlider);  
pWindow->setLayout(pLayout);
```

Пример использования раскладки (окончание)

Пример (example-03.cpp, окончание)

```
pWindow->show();  
//  
return app.exec();  
//  
} // main()
```

Использование сигналов и слотов

Синтаксис

```
QObject::connect(  
    <указатель_на_отправителя>, SIGNAL(<имя_сигнала>(<параметры>)),  
    <указатель_на_получателя>, SLOT(<имя_слота>(<параметры>)));
```

Правила

- Сигналы и соединяемые слоты должны иметь одинаковые типы параметров («лишние» параметры сигналов игнорируются).
- Один сигнал может соединяться с несколькими слотами.
- Несколько сигналов может соединяться с одним слотом.
- Сигналы можно соединять с сигналами.
- Связи можно удалять (`QObject::disconnect()`).

Интроспекция

Определения

Метапрограмма: (*metaprogram*) — программа, генерирующая или изменяющая другие программы (например, саму себя).

Интроспекция: (*type introspection*) — возможность в языке программирования определить тип и структуру объекта во время выполнения программы.

Генерирование метаинформации

Пример (myobject.h)

```
#include <QObject>

class MyObject : public QObject
{
    Q_OBJECT
    //
```

Пример (myobject.h, окончание)

```
    // ...
private slots:
    //
    void slot1();
}; // class MyObject
```

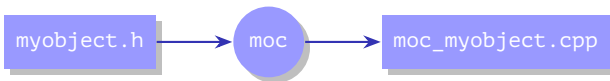


Рис. 7: генерирование метаинформации при помощи инструмента moc

Пример счётчика

Пример (counter.h)

```
#include <QObject>

class Counter : public QObject
{
    Q_OBJECT
    //
public:
    Counter()
        : m_nValue(0) { }
    int value() const
        { return m_nValue; }
```

Пример (counter.h, окончание)

```
public slots:
    void setValue(int nValue);
signals:
    void valueChanged(int nValue);
private:
    int m_nValue;
}; // class Counter
```

Пример счётчика (продолжение)

Пример (counter.cpp)

```
#include "counter.h"

void Counter::setValue(int nValue)
{
    if (nValue != m_nValue)
    {
        m_nValue = nValue;
        emit valueChanged(nValue);
    }
}
```

Пример счётчика (окончание)

Пример (main.cpp)

```
#include "counter.h"

int main()
{
    Counter a, b;
    QObject::connect(
        &a, &Counter::valueChanged,
        &b, &Counter::setValue);
    //
    a.setValue(12);    // a.value() == 12, b.value() == 12
    b.setValue(48);    // a.value() == 12, b.value() == 48
}
```


Пример

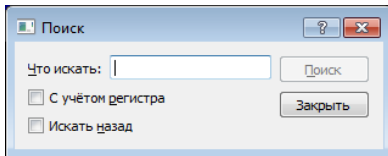


Рис. 8: окно приложения на основе класса QDialog

Пример (продолжение)

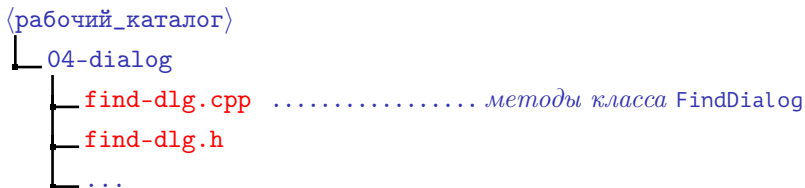


Рис. 9: структура каталога проекта с использованием формы



Рис. 10: структура каталога построения проекта

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.h)

```
#ifndef FIND_DLG_H_  
#define FIND_DLG_H_  
  
#include <QDialog>  
  
class QCheckBox;  
class QLabel;  
class QLineEdit;  
class QPushButton;
```

Пример (find-dlg.h, продолжение)

```
class FindDialog : public QDialog  
{  
    Q_OBJECT  
    //  
public:  
    //  
    FindDialog(QWidget *pParent = 0);  
    //
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.h, продолжение)

signals:

```
//  
void findNext(  
    const QString &rcStr, Qt::CaseSensitivity nCaseSensitivity);  
void findPrev(  
    const QString &rcStr, Qt::CaseSensitivity nCaseSensitivity);
```

```
//
```

private slots:

```
//
```

```
void findClicked();  
void enableButtonFind(const QString &rcText);
```

```
//
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.h, окончание)

```
private:  
    //  
    QLabel *m_pLabel;  
    QLineEdit *m_pLineEdit;  
    QCheckBox *m_pCheckBoxCase;  
    QCheckBox *m_pCheckBoxBack;  
    QPushButton *m_pButtonFind;  
    QPushButton *m_pButtonClose;  
};    // class FindDialog  
  
#endif    // FIND_DLG_H__
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.cpp)

```
#include "find-dlg.h"

#include <QtWidgets>

FindDialog::FindDialog(QWidget *pParent)
    : QDialog(pParent)
{
    m_pLabel = new QLabel(
        QString::fromLocal8Bit("&Что искать:"));    // fromUtf8(...)
    m_pLineEdit = new QLineEdit;
    m_pLabel->setBuddy(m_pLineEdit);
    //
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.cpp, продолжение)

```
m_pCheckBoxCase = new QCheckBox(  
    QString::fromLocal8Bit("С учётом &регистра"));  
m_pCheckBoxBack = new QCheckBox(  
    QString::fromLocal8Bit("Искать &назад"));  
//  
m_pButtonFind = new QPushButton(  
    QString::fromLocal8Bit("&Поиск"));  
m_pButtonFind->setDefault(true);  
m_pButtonFind->setEnabled(false);  
//  
m_pButtonClose = new QPushButton(  
    QString::fromLocal8Bit("Закрыть"));  
//
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.cpp, продолжение)

```
connect(
    m_pLineEdit, SIGNAL(textChanged(const QString &)),
    this, SLOT(enableButtonFind(const QString &)));
connect(
    m_pButtonFind, SIGNAL(clicked()),
    this, SLOT(findClicked()));
connect(
    m_pButtonClose, SIGNAL(clicked()),
    this, SLOT(close()));
//
QHBoxLayout *pLayoutTopLeft = new QHBoxLayout;
pLayoutTopLeft->addWidget(m_pLabel);
pLayoutTopLeft->addWidget(m_pLineEdit);
```


Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.cpp, продолжение)

```
//  
QVBoxLayout *pLayoutLeft = new QVBoxLayout;  
pLayoutLeft->addLayout(pLayoutTopLeft);  
pLayoutLeft->addWidget(m_pCheckBoxCase);  
pLayoutLeft->addWidget(m_pCheckBoxBack);  
//  
QVBoxLayout *pLayoutRight = new QVBoxLayout;  
pLayoutRight->addWidget(m_pButtonFind);  
pLayoutRight->addWidget(m_pButtonClose);  
pLayoutRight->addStretch();  
//
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.cpp, продолжение)

```
QHBoxLayout *pLayoutMain = new QHBoxLayout;  
pLayoutMain->addLayout(pLayoutLeft);  
pLayoutMain->addLayout(pLayoutRight);  
setLayout(pLayoutMain);  
//  
setWindowTitle(  
    QString::fromLocal8Bit("Поиск"));  
setFixedHeight(sizeHint().height());  
} // FindDialog::FindDialog()
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.cpp, продолжение)

```
void FindDialog::findClicked()
{
    const QString cText = m_pLineEdit->text();
    const Qt::CaseSensitivity cnCaseSensitivity =
        m_pCheckBoxCase->isChecked() ?
        Qt::CaseSensitive :
        Qt::CaseInsensitive;
    //
    if (m_pCheckBoxBack->isChecked())
        emit findPrev(cText, cnCaseSensitivity);
    else
        emit findNext(cText, cnCaseSensitivity);
}
```

Пример (продолжение)

Пример (find-dlg.cpp, окончание)

```
void FindDialog::enableButtonFind(const QString &rcText)
{
    m_pButtonFind->setEnabled(!rcText.isEmpty());
}

// End of File
```

Пример (продолжение)

Пример (example-04.cpp)

```
#include "find-dlg.h"

#include <QApplication>

int main(int nArgC, char *apszArgV[])
{
    QApplication app(nArgC, apszArgV);
    FindDialog *pDialog = new FindDialog;
    pDialog->show();
    //
    return app.exec();
}
```

Пример (окончание)

Пример (CMakeLists.txt)

```
# ...

qt5_wrap_cpp(MOC_WRAPPERS find-dlg.h)

# ...

add_executable(
  example-04 WIN32
  example-04.cpp find-dlg.cpp find-dlg.h
  ${MOC_WRAPPERS})

target_link_libraries(example-04 Qt5::Widgets)
```

Визуальный редактор форм

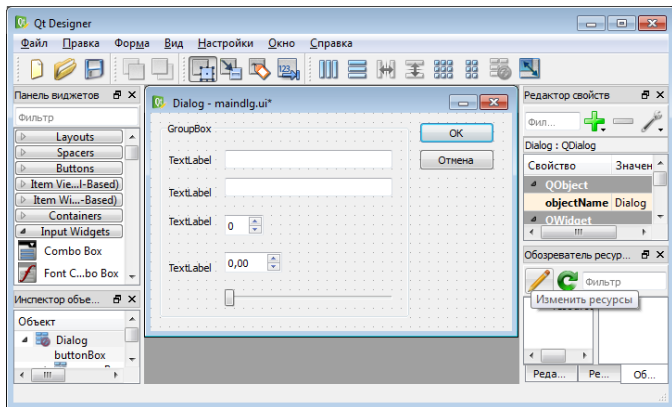


Рис. 11: окно редактора форм Qt Designer

Генерация кода из описания диалога



Рис. 12: преобразование описания ресурса в код на C++ при помощи инструмента uic

Генерация кода из описания диалога

Пример (input_dlg.ui)

```
<?xml version="1.0"
  encoding="UTF-8"?>
<ui version="4.0">
  <class>InputDialog</class>
  <widget class="QDialog"
    name="InputDialog">
    <property name="geometry">
      <rect>
        <x>0</x>
        <y>0</y>
        <width>386</width>
        <height>235</height>
      <!-- ... -->
```

Пример (ui_input_dlg.h)

```
class Ui_InputDialog
{
public:
  QDialogButtonBox *buttonBox;
  QGroupBox *groupBox;
  QLabel *label_2;
  QLineEdit *lineEdit_2;
  // ...
  void setupUi(QDialog *InputDialog)
  {
    // ...
    InputDialog->resize(386, 235);
    // ...
```

Пример

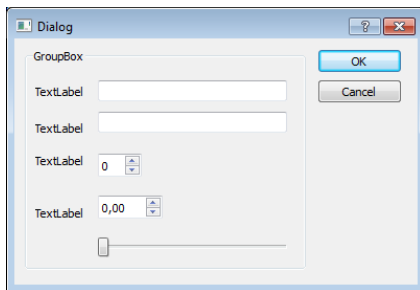


Рис. 13: основное окно диалогового приложения

Пример (продолжение)



Рис. 14: структура каталога проекта с использованием формы



Рис. 15: структура каталога построения проекта

Пример (продолжение)

Пример (CMakeLists.txt)

```
# ...

qt5_wrap_ui(UIC_WRAPPERS input_dlg.ui)

add_executable(
  example-05 WIN32
  example-05.cpp ${UIC_WRAPPERS})

target_link_libraries(example-05 Qt5::Widgets)
```

Пример (окончание)

Пример (example-05.cpp)

```
#include "ui_input_dlg.h"
#include <QApplication>
#include <QDialog>

int main(int nArgC, char *apszArgV[])
{
    QApplication app(nArgC, apszArgV);
    Ui::InputDialog ui;
    QDialog *pDialog = new QDialog;
    ui.setupUi(pDialog);
    pDialog->show();
    return app.exec();
}
```

Соединение сигналов со слотами

Способы соединения

- Программно.
- В дизайнера форм.
- Автоматически (`setupUi()`).

Пример

```
QObject::connect(  
    pButton, SIGNAL(clicked()),  
    &app, SLOT(quit()));
```

Соединение сигналов со слотами

Способы соединения

- Программно.
- В дизайнера форм.
- Автоматически (`setupUi()`).

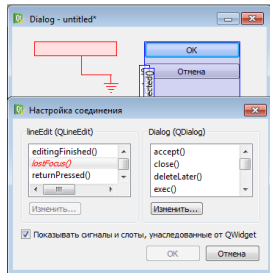


Рис. 16: редактор соединений

Соединение сигналов со слотами

Способы соединения

- Программно.
- В дизайнера форм.
- Автоматически (`setupUi()`).

Именованное слота

```
on_⟨имя_объекта⟩_⟨имя_сигнала⟩(  
    ⟨параметры⟩);
```


Пример

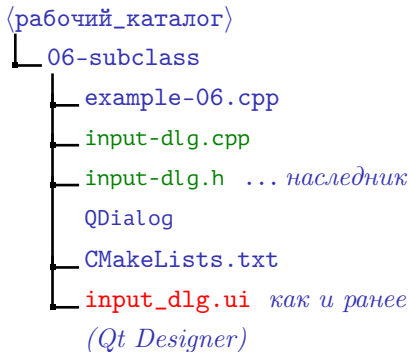


Рис. 16: структура каталога проекта с использованием формы

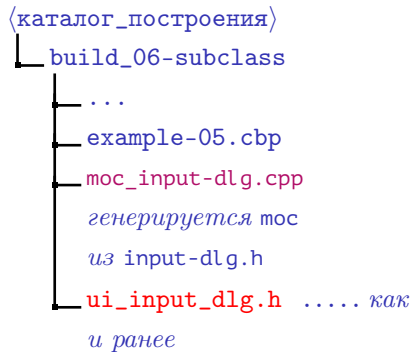


Рис. 17: структура каталога построения проекта

Пример (продолжение)

Пример (CMakeLists.txt)

```
cmake_minimum_required(VERSION 2.8.11)
```

```
project(example-06)
```

```
find_package(Qt5Widgets)
```

```
set(CMAKE_INCLUDE_CURRENT_DIR ON)
```

```
qt5_wrap_cpp(MOC_WRAPPERS input_dlg.h)
```

```
qt5_wrap_ui(UIC_WRAPPERS input_dlg.ui)
```

Пример (продолжение)

Пример (CMakeLists.txt, окончание)

```
add_executable(  
  example-06 WIN32  
  example-06.cpp input-dlg.cpp input-dlg.h  
  ${MOC_WRAPPERS} ${UIC_WRAPPERS})  
  
target_link_libraries(example-06 Qt5::Widgets)  
  
# End of File
```

Пример (продолжение)

Пример (input-dlg.h)

```
#ifndef INPUT_DLG_H__
#define INPUT_DLG_H__

#include "ui_input_dlg.h"

#include <QDialog>

class InputDialog : public QDialog, public Ui::InputDialog
{
    Q_OBJECT
    //

```

Пример (продолжение)

Пример (input-dlg.h, окончание)

```
public:
    //
    InputDialog(QWidget *pParent = 0);
    //
private slots:
    //
    void on_lineEdit_textChanged();
}; // class InputDialog

#endif // INPUT_DLG_H__
```

Пример (продолжение)

Пример (input-dlg.cpp)

```
#include "input-dlg.h"

#include <QtWidgets>

InputDialog::InputDialog(QWidget * pParent)
    : QDialog(pParent)
{
    setupUi(this);
    //
    connect(
        lineEdit_2, SIGNAL(textChanged(const QString &)),
        this, SLOT(on_lineEdit_textChanged()));
    //
}
```

Пример (продолжение)

Пример (input-dlg.cpp, окончание)

```
    on_lineEdit_textChanged();  
    //  
}    // InputDialog::InputDialog()  
  
void InputDialog::on_lineEdit_textChanged()  
{  
    QPushButton *pButton = buttonBox->button(  
        QDialogButtonBox::Ok);  
    pButton->setEnabled(  
        !lineEdit->text().isEmpty() &&  
        !lineEdit_2->text().isEmpty());  
}
```

Пример (продолжение)

Пример (example-06.cpp)

```
#include "input-dlg.h"

#include <QApplication>
#include <QMessageBox>

int main(int nArgC, char *apszArgV[])
{
    QApplication app(nArgC, apszArgV);
    InputDialog *pDialog = new InputDialog;
    // pDialog->show();
    const int cnResult = pDialog->exec();
}
```


Пример (продолжение)

Пример (example-06.cpp, продолжение)

```
if (cnResult == QDialog::Accepted)
{
    QString message =
        QString::fromLocal8Bit("Результат: %1 %2: %3 %4 %5").
        arg(pDialog->lineEdit->text()).
        arg(pDialog->lineEdit_2->text()).
        arg(pDialog->spinBox->value()).
        arg(pDialog->doubleSpinBox->value()).
        arg(pDialog->horizontalSlider->value());
    //
```

Пример (окончание)

Пример (example-06.cpp, окончание)

```
    QMessageBox::information(  
        0, QString::fromLocal8Bit("Результат"), message);  
    //  
}    // if (cnResult == QDialog::Accepted)  
//  
// return app.exec();  
//  
}    // main()
```